

- (1) DE19806914 C2
- (2) DE69601636 T2
- (3) DE19948039 A1

At this time, reference is made to publications (1) to (3) as the state of the art.
Granting a patent is not possible with the applicable documents.

I

- 1) Contrary to the provisions of the Patent Application Ordinance, there is no indication of the sources for the state of the art known to the applicant in the introduction to the description. A conclusive assessment of the request for a patent, therefore, does not appear possible at the present time.
- 2) It is not clearly recognizable in the preamble of Claim 1 what is to be understood by “spatially removed.” Obviously what is meant is that the signal branches to be calibrated are arranged spatially removed from the calibration measuring devices.
It is likewise not recognizable what is to be understood by “signal branches of antenna systems.”
It is unclear in the characterizing part of Claim 1 how the base signal is generated with the clock. Is the base signal a matter of a clock signal?
Furthermore, it is not recognizable by whom and according to which criteria the upper and the lower amplitude limit is specified.
Claim 1 cannot be granted on the basis of the ambiguities mentioned.
- 3) The dependent Claims 2 to 11 referring back to Claim 1 also fail, whereby the following may be noted:
 - It should be noted in reference to the formulation “*the* output amplifier” in Claim 2 that until then no such output amplifier had been defined.
It is not comprehensible without further ado what the measurement of the signal transit time of the base signal on the signal distribution lines has to do with the generation of calibration signals.
 - The objects of Claims 9 to 11 do not concern *the generation of calibration signals*,

BEST AVAILABLE COPY

but rather the *calibration of the amplitude of a signal* and the *measurements of the (internal) transit time*, and consequently other inventions than the object of claim 1. The application is consequently not unitary. It also should be noted that *signal branches KE* is mentioned in Claim 1, while in contrast *receiver branch KE* is mentioned in Claim 9.

II

Please refer to publications (1) to (3) for the state of the art ascertained up to now.

A method for calibrating sending/receiving chains (paths) of antennae (that is, likewise of signal branches of antennae systems) are known from these publications, as emerges from the claims and the drawings.

These publications nonetheless do not stand in the way of the object of the application.

In further pursuit of the application, it is suggested that the applicant should consider proceeding from the state of the art, which can be inferred from the publications mentioned, submitting a revised and unitary patent request taking the above explanations into account.

The description is to be adapted to new claims and revised in the usual manner. The state of the art which can be gathered from publications (1) to (3) is to be presented (with indication of sources) in the introduction to the description.

Furthermore, sources for the state of art known to the applicant are to be indicated.

Examination office for Class H01Q

[Signature]

Round stamp: GERMAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE 49

Dipl. Ing. Häffner

[Emblem]

Extension -3134-

Issued

[Signature]

Govt. employee

BEST AVAILABLE COPY

Method and device for calibrating a group antenna

Patent Number: ☐ US5940032
Publication date: 1999-08-17
Inventor(s): WIXFORTH THOMAS (DE); PASSMANN CHRISTIAN (DE)
Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Requested Patent: ☐ DE19806914
Application Number: US19990238660 19990126
Priority Number(s): DE19981006914 19980219
IPC Classification: H01Q3/22; H01Q3/24; H01Q3/26
EC Classification: H01Q3/26F
Equivalents: ☐ EP0938155, A3

Abstract

A method and apparatus for calibrating transmission and reception paths of a group antenna with an adaptive radiation pattern is provided, in which one transmission signal after the other is transmitted over each transmission path (DA1, . . . , DAN; Tx1, . . . , TxN; DP1, . . . , DPN), a signal portion is decoupled from each transmission signal and the decoupled portion of at least one transmission signal is divided into as many equal parts of equal strength and equal phase as reception paths present. These equal parts of the decoupled transmission signal portion are coupled into the respective reception paths and the strengths and phases of the equal parts transmitted over the respective reception paths (DP1, . . . , DPN; Rx1, . . . , RxN; AD1, . . . , ADN) are measured. The transmission factors of all other ones transmission paths and reception paths are determined from known transmission factor values for them and the measured strengths and phases of the equal parts of the at least one transmission path. Deviations of the resulting transmission factors are compensated by changing weighting factors of a radiation pattern network (Tx-BFN, Rx-BFN).

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Pat ntschrift
10 DE 198 06 914 C 2

51 Int. Cl. 7:
H 01 Q 3/00
H 01 Q 21/00
G 01 S 3/06

21 Aktenzeichen: 198 06 914.6-35
22 Anmeldetag: 19. 2. 1998
43 Offenlegungstag: 9. 9. 1999
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 31. 1. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Paßmann, Christian, Dr., 31171 Nordstemmen, DE;
Wixforth, Thomas, 31180 Giesen, DE

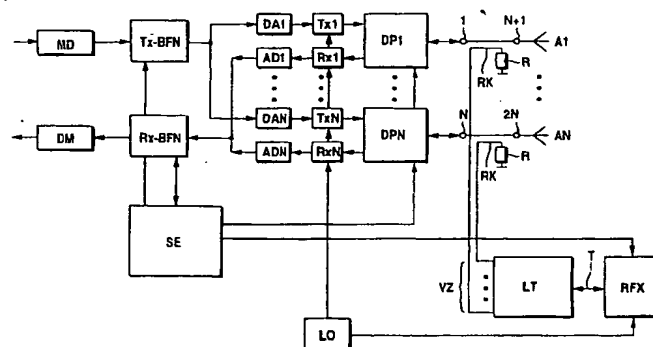
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 1 95 35 441 A1
EP 05 78 060 A2
WO 95 34 103 A1

WILKINSON, E.J.: An N-Way Hybrid Power Divider.
In: IRE Transactions On Microwave Theory and
Techniques, Januar 1960, S. 116-118;

54 Verfahren und Vorrichtung zum Kalibrieren einer Gruppenantenne

57 Verfahren zum Kalibrieren der Sende- und Empfangspfade einer Gruppenantenne mit adaptiver Strahlformung, dadurch gekennzeichnet, daß nacheinander über jeden der vorhandenen Sendepfade (DA1, ..., DAN; Tx1, ..., TxN; DP1, ..., DPN) ein Sendesignal übertragen wird, daß von jedem der Sendesignale ein Anteil ausgekoppelt wird, daß der ausgekoppelte Sendesignal-Anteil in so viele Teilsignale mit gleichem Betrag und gleicher Phase aufgeteilt wird, wie Empfangspfade (DP1, ..., DPN; Rx1, ..., RxN; AD1, ..., ADN) vorhanden sind und diese Teilsignale in die Empfangspfade eingekoppelt werden, daß die über die einzelnen Empfangspfade übertragenen Teilsignale an den Ausgängen der Empfangspfade bezüglich Betrag und Phase gemessen werden und aus den Meßsignalen und einem bekannten Transmissionsfaktor eines einzelnen der Sende- oder Empfangspfade die Transmissionsfaktoren aller anderen Sende- und Empfangspfade ermittelt werden und daß gegenseitige Abweichungen der Transmissionsfaktoren der Sende- bzw. Empfangspfade durch Veränderung von Wichtungsfaktoren in einem Strahlformungsnetzwerk (Dx-BFN, Rx-BFN) kompensiert werden.



DE 198 06 914 C 2

DE 198 06 914 C 2

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kalibrieren der Sende- und Empfangspfade einer Gruppenantenne mit adaptiver Strahlformung. Eine Gruppenantenne mit adaptiver Strahlformung ist z. B. in der EP 0 578 060 A2 oder der DE 195 35 441 A1 beschrieben. Die Strahlformung oder Strahlschwenkung der Sende- bzw. Empfangsantennencharakteristik wird mit Hilfe eines Strahlformungsnetzwerkes durchgeführt, indem die Sende- bzw. Empfangssignale der einzelnen Antennenelemente je nach der gewünschten Antennencharakteristik mit unterschiedlichen Wichtungsfaktoren multipliziert werden. Solche Gruppenantennen mit adaptiver Strahlformung können z. B. in zellularen Mobilfunksystemen oder Punkt-zu-Mehrpunkt Richtfunksystemen eingesetzt werden.

[0002] Aus der WO 95/34103 ist ein Verfahren und ein Gerät zur Kalibrierung der Sendevorrichtung eines Antennenarrays für ein mobiles Funkkommunikationssystem bekannt, um die Genauigkeit der Strahlformung und die Richtwirkung des Antennenstrahls zu verbessern. Dabei wird ein Eingangssignal an jeden Antennenabschnitt nacheinander eingegeben. Das von jedem Antennenabschnitt übertragene Signal wird dann gemessen, wobei Korrekturfaktoren für jeden Antennenabschnitt gebildet werden können. Die Antennenabschnitte werden dann mittels der Korrekturfaktoren angepasst, um zu gewährleisten, dass jeder Abschnitt geeignet kalibriert wird.

[0003] Die Strahlformung kann durch Fehler in den Signalpfaden der einzelnen Antennenelemente verfälscht werden. Fehler in den Signalpfaden können z. B. durch Produktionstoleranzen oder Temperaturdrift oder Alterung etc. verursacht werden. Durch eine Kalibrierung der Signalpfade zwischen dem Strahlformungsnetzwerk und den einzelnen Antennenelementen kann eine Verfälschung der gewünschten Strahlformung reduziert werden.

[0004] Der Anmeldung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, womit auf wenig aufwendige Art und Weise eine Kalibrierung der Sende- und Empfangspfade der Gruppenantenne durchgeführt werden kann.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 3 dadurch gelöst, daß nacheinander über jeden der vorhandenen Sendepfade ein Sendesignal übertragen wird, daß von jedem der Sendesignale ein Anteil ausgekoppelt und der ausgekoppelte Sendesignal-Anteil in so viele Teilsignale mit gleichem Betrag und gleicher Phase aufgeteilt wird wie Empfangspfade vorhanden sind. Diese Teilsignale werden in die einzelnen Empfangspfade eingekoppelt. Die über die einzelnen Empfangspfade übertragenen Teilsignale werden bezüglich Betrag und Phase gemessen und aus den Meßsignalen und einem bekannten Transmissionsfaktor eines der Sende- oder Empfangspfade die Transmissionsfaktoren aller anderen Sende- und Empfangspfade ermittelt. Schließlich werden gegenseitige Abweichungen der Transmissionsfaktoren der Sende- bzw. Empfangspfade durch Veränderung von Wichtungsfaktoren in einem Strahlformungsnetzwerk kompensiert.

[0006] Dieses erfindungsgemäße Verfahren bzw. Vorrichtung ermöglicht eine ständige Kalibrierung der Gruppenantenne auch während des laufenden Betriebes.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0008] Bei einem Frequenzduplex-Funksystem, bei dem zwischen den Sende- und Empfangspfaden ein Frequenzversatz besteht, werden die in die Empfangspfade eingekoppelten Teilsignale in die Frequenzlage der entsprechenden Empfangspfade umgesetzt.

[0009] Die Aufteilung eines Sendesignales in die bezüglich Betrag und Phase gleichen Teilsignale wird vorteilhafterweise mit einem Wilkinson-Teiler durchgeführt, der an seinem zentralen Tor mit einem Reflexionsabschluß versehen ist. Soll auch die Verkopplung der einzelnen Antennenelemente untereinander bestimmt werden, so ist eine Umschaltung von einem Reflexionsabschluß auf einem Absorptionsabschluß vorzusehen.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

[0010] Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert.

[0011] Es zeigen:

[0012] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Duplex-Funksystems mit einer Gruppenantenne und

[0013] Fig. 2 ein Prinzipschaltbild eines Wilkinson-Teilers.

[0014] Das in der Fig. 1 dargestellte Duplex-Funksystem besitzt N Antennenelemente A1, ..., AN einer Gruppenantenne. Die Antennenelemente A1, ..., AN sind sowohl für den Empfang als auch für das Senden von Signalen zuständig. Jedes Antennenelement A1, ..., AN ist an einen Duplexer DP1, ..., DPN angeschlossen. Der Duplexer DP1, ..., DPN bewirkt in bekannter Weise, daß ein Sendesignal vom Sender Tx1, ..., TxN des Sendepfades zu dem ihm zugeordneten Antennenelement A1, ..., AN gelangt und daß ein Empfangssignal des Antennenelementes A1, ..., AN zum Empfänger Rx1, ..., RxN seines Empfangspfades gelangt. Alle Sender Tx1, ..., TxN und alle Empfänger Rx1, ..., RxN erhalten zur phasenstarken Frequenzumsetzung eine Referenzfrequenz aus einem Lokaloszillator LO.

[0015] Da zweckmäßigerweise die Signalverarbeitung vor den Sendern Tx1, ..., TxN und nach den Empfängern Rx1, ..., RxN digital erfolgt, befinden sich in den Sendepfaden Digital-Analog-Umsetzer DA1, ..., DAN und in den Empfangspfaden Analog-Digital-Umsetzer AD1, ..., ADN.

[0016] Für alle Sendesignale und alle Empfangssignale ist ein Strahlformungsnetzwerk vorhanden, das in der Fig. 1 in zwei Blöcke unterteilt ist, ein Block Tx-BFN für die Sendesignale und ein Block Rx-BFN für die Empfangssignale. Auf die Funktion des Strahlformungsnetzwerkes wird hier nicht näher eingegangen, da sie z. B. aus den eingangs genannten Druckschriften bekannt ist.

[0017] An das Strahlformungsnetzwerk Tx-BFN, Rx-BFN ist auf der Sendeseite ein Modulator MD und auf der Empfangsseite ein Demodulator DM angeschlossen.

[0018] Eine Steuereinrichtung SE steuert die Duplexer DP1, ..., DPN, die z. B. nach dem Zeit- oder Frequenzduplexverfahren arbeiten, und die Wichtungsfaktoren in dem Strahlformungsnetzwerk Tx-BFN, Rx-BFN. Die Steuersignale sind durch dicke Linien in der Fig. 1 verdeutlicht.

[0019] Die Sende- und Empfangssignale der einzelnen Antennenelemente A1, ..., AN werden auf ihren Sende- und Empfangspfaden zwischen dem Strahlformungsnetzwerk Tx-BFN, Rx-BFN und den Toren der Antennenelemente A1, ..., AN durch verschiedenste Fehlerquellen verfälscht. Solche Fehlerquellen können z. B. Produktions-, Installationstoleranzen, Temperaturdrift, Wärmeausdehnung von elektrischen Hochfrequenzleitern, Alterung usw. sein. Die Fehler in den Sende- und Empfangspfaden wirken sich auf die Form der Antennencharakteristik aus, können aber

durch entsprechende Einstellung der Wichtungsfaktoren im Strahlformungsnetzwerk Tx-BFN, Rx-BFN kompensiert werden.

[0020] Mit dem nachfolgend beschriebenen Kalibrierungsverfahren werden die Transmissionsfaktoren, das heißt die Übertragungsfunktionen, der Sende- und Empfangspfade der einzelnen Antennenelemente A_1, \dots, A_N ermittelt und die auf Fehler zurückzuführenden Abweichungen zwischen den Transmissionsfaktoren der Empfangs- und Sendepfade durch eine entsprechende Steuerung der Wichtungsfaktoren des Strahlformungsnetzwerkes Tx-BFN, Rx-BFN kompensiert.

[0021] Zu der Kalibriereinrichtung gehört eine Koppelvorrichtung mit $2N$ Toren, die in die Signalpfade zwischen den Antennenelementen A_1, \dots, A_N und den Duplexern DP_1, \dots, DP_N eingefügt ist. Dabei sind die Tore 1 bis N der Koppelvorrichtung mit den Toren der Duplexer DP_1, \dots, DP_N und die Tore $N+1$ bis $2N$ mit den Toren der Antennenelemente A_1, \dots, A_N verbunden. Die Koppelvorrichtung besteht aus N gleichen Richtkopplern RK, die in die Signalpfade zwischen den Antennenelementen A_1, \dots, A_N und die Duplexer DP_1, \dots, DP_N eingefügt sind. Die Koppeltore der Richtkoppler RK auf der Seite der Antennenelemente A_1, \dots, A_N sind mit Abschlußwiderständen R verbunden. Die Koppeltore auf der Seite der Duplexer DP_1, \dots, DP_N sind mit den Verzweigungstoren VZ eines Leistungsteilers LT verbunden. Dieser Leistungsteiler LT ist so beschaffen, daß seine Verzweigungstore VZ über identische Leitungssysteme mit einem zentralen Tor T verbunden sind. Das Prinzipschaltbild eines solchen Leistungsteilers, vorzugsweise ein Wilkinson-Teiler, ist in der Fig. 2 dargestellt. Dieser Leistungsteiler LT führt alle an den Verzweigungstoren VZ anliegenden Signale, das sind die Ausgangssignale der Richtkoppler RK, amplituden- und phasengleich am zentralen Tor T zusammen; bzw. er teilt ein am zentralen Tor T anliegendes Signal zu gleichen Anteilen bezüglich Amplitude und Phase auf die Verzweigungstore VZ auf. Der sogenannte Wilkinson-Teiler, der die genannten Voraussetzungen erfüllt, ist in IRE Transactions On Microwave Theory And Techniques, Januar 1960, Seiten 116 bis 118 beschrieben.

[0022] Der Kalibriervorgang der Sende- und Empfangspfade läuft nun folgendermaßen ab. Es wird über einen Sendepfad i ($i \in \{1 \dots N\}$) ein Sendesignal übertragen. Der Richtkoppler RK koppelt vor dem zugehörigen Antennenelement A_i einen Teil des Sendesignals aus. Dieser Sendesignal-Anteil wird über den Leistungsteiler LT zu dessen zentralem Tor T geführt. An diesem zentralen Tor T ist ein Reflexionsabschluß RFX angeschlossen. Der Sendesignal-Anteil wird an diesem Reflexionsabschluß RFX reflektiert und in amplituden- und phasengleiche Teilsignale an den Verzweigungstoren VZ aufgeteilt. Es gibt so viel Verzweigungstore (nämlich N), wie es Empfangspfade gibt. Die aus dem Sendesignal abgeleiteten einzelnen Teilsignale werden nun über die Richtkoppler RK in die Empfangspfade eingekoppelt. Die an den Ausgängen der Empfangspfade anliegenden, vom Strahlformungsnetzwerk Rx-BFN aufgenommenen Teilsignale werden von der Steuereinrichtung SE ausgewertet. So ergibt sich auf einem Signalweg, der den i -ten Sendepfad, die Koppelvorrichtung RK, den Leistungsteiler LT und den j -ten Empfangspfad einschließt, ein Gesamttransmissionsfaktor $T_i(j\omega) \cdot X_{ij}(j\omega) \cdot R_j(j\omega)$, bei dem $T_i(j\omega)$ der Transmissionsfaktor des i -ten Sendepfades, $R_j(j\omega)$ der Transmissionsfaktor des j -ten Empfangspfades und X_{ij} der Transmissionsfaktor der Koppelvorrichtung RK, des Leistungsteilers LT und eine normalerweise unbekannte Verkopplung zwischen den Antennenelementen A_1, \dots, A_N ist. Es gilt $i, j \in \{1 \dots N\}$. Wie gesagt, setzt sich der

Transmissionsfaktor X_{ij} aus einem Transmissionsfaktor $C_{ij}(j\omega)$, der auf die Koppelvorrichtung und den Leistungsteiler (LT) zurückzuführen ist, und den Transmissionsfaktor $D_{ij}(j\omega)$ aufgrund einer Verkopplung der Antennenelemente zusammen. Der Transmissionsfaktor $C_{ij}(j\omega)$ ist für alle i und j genau bekannt und für alle i und j aufgrund der Amplituden- und Phasengleichheit der Teilsignale gleich, so daß im folgenden gilt:

$$C_{ij}(j\omega) = C(j\omega)$$

[0023] Nur wenn davon auszugehen ist, daß es eine Verkopplung der Antennenelemente untereinander gibt, bzw. diese Verkopplung nicht vernachlässigbar ist, müssen auf folgende Weise die Transmissionsfaktoren aufgrund der Antennenverkopplung $D_{ij}(j\omega) = D_{ji}(j\omega)$ (Reziprozität kann hier vorausgesetzt werden) bestimmt werden. Um den Transmissionsfaktor $D_{ij}(j\omega)$ bestimmen zu können, muß der Abschluß am zentralen Tor T des Leistungsteilers LT von Reflexion auf Absorption umschaltbar sein. Wird auf Absorption geschaltet, so wird der von der Koppelvorrichtung RK ausgekoppelte Sendesignal-Anteil absorbiert, und es werden daraus keine Teilsignale in die Empfangspfade zurückgekoppelt. Die in den Empfangspfaden auftretenden Signale sind dann ausschließlich auf die Verkopplung der Antennenelemente A_1, \dots, A_N zurückzuführen. Der Transmissionsfaktor $C(j\omega)$ spielt in diesem Fall keine Rolle. Es läßt sich nun folgendes Gleichungssystem (1) aufstellen:

$$\begin{aligned} T_i(j\omega) R_j(j\omega) D_{ij}(j\omega) &= M_{ijD}(j\omega) \\ T_i(j\omega) R_j(j\omega) (C(j\omega) + D_{ij}(j\omega)) &= M_{ijCD}(j\omega) \\ T_i(j\omega) R_i(j\omega) D_{ji}(j\omega) &= M_{jiD}(j\omega) \\ T_i(j\omega) R_i(j\omega) (C(j\omega) + D_{ji}(j\omega)) &= M_{jiCD}(j\omega) \\ i \neq j \text{ und } i, j &\in \{1 \dots N\} \quad (1) \end{aligned}$$

[0024] In diesem Gleichungssystem (1) ist $M_{ijD}(j\omega)$ der gemessene Transmissionsfaktor über den Sendepfad i , die Antennenverkopplung $D_{ij}(j\omega)$ und den Empfangspfad j , wobei der Abschluß am zentralen Tor T des Leistungsteilers LT auf Absorption geschaltet war. $M_{ijCD}(j\omega)$ ist der gemessene Transmissionsfaktor über den Sendepfad i , die Antennenverkopplung $D_{ij}(j\omega)$, die definierte Verkopplung $C(j\omega)$ der Koppelvorrichtung RK und des Leistungsteilers LT und den Empfangspfad j , wobei der Abschluß RFX am zentralen Tor T auf Reflexion geschaltet ist. Für die gemessenen Transmissionsfaktoren M_{jiD} und M_{jiCD} gilt entsprechendes.

[0025] Die Antennenverkopplungen $D_{ij}(j\omega)$ können nun aus den Gleichungen (2) oder (3) ermittelt werden.

$$D_{ij}(j\omega) = D_{ji}(j\omega) = C(j\omega) M_{ijD}(j\omega) / (M_{ijCD} - M_{jiD}) \quad (2)$$

$$D_{ij}(j\omega) = D_{ji}(j\omega) = C(j\omega) M_{jiD}(j\omega) / (M_{jiCD} - M_{ijD}) \quad (3)$$

[0026] Zur Bestimmung aller Transmissionsfaktoren $T_i(j\omega)$, $R_j(j\omega)$ der Sende- und Empfangspfade muß vorausgesetzt werden, daß ein beliebiger Transmissionsfaktor $T_i(j\omega)$ oder $R_j(j\omega)$ ($i \in \{1 \dots N\}$, $N > 2$) bekannt ist. Es werden insgesamt $N(N-1)$ Kalibrationsmessungen durchgeführt; das heißt, über jeden Signalpfad wird nacheinander ein Sendesignal übertragen und der daraus ausgekoppelte Sendesignal-Anteil nach Reflexion am Reflexionsabschluß RFX in gleiche Teilsignale zerlegt und diese werden in die einzelnen Empfangspfade zurückgekoppelt. Aus den $N(N-1)$ Kalibrationsmessungen lassen sich nun $N(N-1)$ Gleichungen der Form

$$T_i(j\omega) R_j(j\omega) (C(j\omega) + D_{ij}(j\omega)) = M_{ijCD}(j\omega) \quad i \neq j \text{ und } i, j \in \{1 \dots N\} \quad (4)$$

aufstellen. Geht man davon aus, daß z. B. der Transmissionsfaktor des Sendepfades $T_n(j\omega)$ ($n \in \{1, \dots, N\}$) bekannt ist, so lassen sich aus der Gleichung (4) mit $i = n$, $j \neq n$ die Transformationsfaktoren der Empfangspfade $R_j(j\omega)$ bestimmen:

$$R_j(j\omega) = M_{njCD}(j\omega) / (T_n(j\omega) (C(j\omega) + D_{nj}(j\omega))) \quad (5)$$

[0027] Daraufhin kann ein so bestimmter Transmissionsfaktor $R_k(j\omega)$ ($k \neq n$) verwendet werden, um damit mit der Gleichung (6) die Transmissionsfaktoren der Sendepfade $T_i(j\omega)$ ($i \neq k$) zu bestimmen.

$$T_i(j\omega) = M_{ikD}(j\omega) / (R_k(j\omega) (C(j\omega) + D_{ik}(j\omega))) \quad (6)$$

[0028] Auf die vorangehend beschriebene Weise können also alle Transmissionsfaktoren $T_i(j\omega)$ der Sendepfade und alle Transmissionsfaktoren $R_j(j\omega)$ der Empfangspfade in Bezug auf einen bekannten Transmissionsfaktor $T_n(j\omega)$ oder $R_n(j\omega)$ ermittelt werden. Die daraus resultierenden gegenseitigen Abweichungen der Transmissionsfaktoren der Sende- bzw. Empfangspfade werden von der Steuereinrichtung SE durch Veränderung der Wichtungsfaktoren in dem Strahlformungsnetzwerk Tx-BFN, Rx-BFN kompensiert. Damit werden die Einflüsse von Fehlern in den Sende- und Empfangspfaden auf die Strahlformung stark reduziert.

[0029] Bei dem vorangehend beschriebenen System wurde davon ausgegangen, daß es sich um ein Zeitduplex-Funksystem handelt; das heißt, die Sende- und Empfangspfade übertragen ihre Signale im gleichen Frequenzband. Durch Modifikation der beschriebenen Kalibriereinrichtung kann diese auch bei einem Frequenzduplex-Funksystem angewendet werden, bei dem sich die Sende- und die Empfangsfrequenz durch einen festen Frequenzduplexabstand unterscheiden. Dazu muß der Abschluß RFX mit einem Mischer versehen werden, der die einlaufenden Signale um den Duplexfrequenzabstand umsetzt, so daß die reflektierten Teilsignale im Frequenzband der Empfangspfade liegen. Wie die Fig. 1 zeigt, erhält der Mischer im Reflexionsabschluß RFX als Referenzfrequenz die Lokaloszillatorfrequenz LO, die ebenfalls die Sender Tx1, ..., TxN und Empfänger Rx1, ..., RxN erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kalibrieren der Sende- und Empfangspfade einer Gruppenantenne mit adaptiver Strahlformung, **dadurch gekennzeichnet**, daß nacheinander über jeden der vorhandenen Sendepfade (DA1, ..., DAN; Tx1, ..., TxN; DP1, ..., DPN) ein Sendesignal übertragen wird, daß von jedem der Sendesignale ein Anteil ausgekoppelt wird, daß der ausgekoppelte Sendesignal-Anteil in so viele Teilsignale mit gleichem Betrag und gleicher Phase aufgeteilt wird, wie Empfangspfade (DP1, ..., DPN; Rx1, ..., RxN; AD1, ..., ADN) vorhanden sind und diese Teilsignale in die Empfangspfade eingekoppelt werden, daß die über die einzelnen Empfangspfade übertragenen Teilsignale an den Ausgängen der Empfangspfade bezüglich Betrag und Phase gemessen werden und aus den Meßsignalen und einem bekannten Transmissionsfaktor eines einzelnen der Sende- oder Empfangspfade die Transmissionsfaktoren aller anderen Sende- und Empfangspfade ermittelt werden und daß gegenseitige Abweichungen der Transmissi-

onsfaktoren der Sende- bzw. Empfangspfade durch Veränderung von Wichtungsfaktoren in einem Strahlformungsnetzwerk (Dx-BFN, Rx-BFN) kompensiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Frequenzversatz zwischen den Sende- und den Empfangspfaden die in die Empfangspfade eingekoppelten Teilsignale in die Frequenzlage der entsprechenden Empfangspfade umgesetzt werden.

3. Vorrichtung zum Kalibrieren der Sende- und Empfangspfade einer Gruppenantenne mit adaptiver Strahlformung, dadurch gekennzeichnet,

daß eine Steuereinrichtung (SE) vorgesehen ist, welche nacheinander über jeden der vorhandenen Sendepfade (DA1, ..., DAN; Tx1, ..., TxN; DP1, ..., DPN) die Übertragung eines Sendesignals veranlaßt,

daß eine Koppelvorrichtung (RK) von jedem der Sendesignale einen Anteil auskoppelt,

daß ein Leistungsteiler (LT) den ausgekoppelten Sendesignal-Anteil in so viele Teilsignale mit gleichem Betrag und gleicher Phase aufteilt wie Empfangspfade vorhanden sind,

daß die Koppelvorrichtung (RK) die Teilsignale in die einzelnen Empfangspfade (DP1, ..., DPN; Rx1, ..., RxN; AD1, ..., ADN) einkoppelt,

daß die Steuereinrichtung (SE) die über die einzelnen Empfangspfade (DP1, ..., DPN; Rx1, ..., RxN; AD1, ..., ADN) übertragenen Teilsignale an den Ausgängen

der Empfangspfade bezüglich Betrag und Phase mißt und aus den Meßsignalen und einem bekannten Transmissionsfaktor eines einzelnen der Sende- oder Empfangspfade die Transmissionsfaktoren aller anderen Sende- und Empfangspfade ermittelt,

und daß die Steuereinrichtung (SE) Wichtungsfaktoren in einem Strahlformungsnetzwerk (Tx-BFN, Rx-BFN) so einstellt, daß dadurch gegenseitige Abweichungen der Transmissionsfaktoren der Sende- bzw. Empfangspfade kompensiert werden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungsteiler (LT) ein Wilkinson-Teiler ist, der so viele Verzweigungstore (VZ) aufweist wie Empfangspfade vorhanden sind, und daß ein über identische Leitungsnetzwerke mit den Verzweigungstoren (VZ) verbundenes zentrales Tor (T) mit einem Reflexionsabschluß (RFX) versehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umschaltung von einem Reflexionsabschluß auf einen Absorptionsabschluß vorgesehen ist, um die Verkopplung der Antennenelemente (A1, ..., AN) der Gruppenantenne bestimmen zu können.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mischer vorhanden ist, der bei einem Frequenzversatz zwischen den Sende- und den Empfangspfaden die in die Empfangspfade eingekoppelten Teilsignale in die Frequenzlage der entsprechenden Empfangspfade umsetzt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

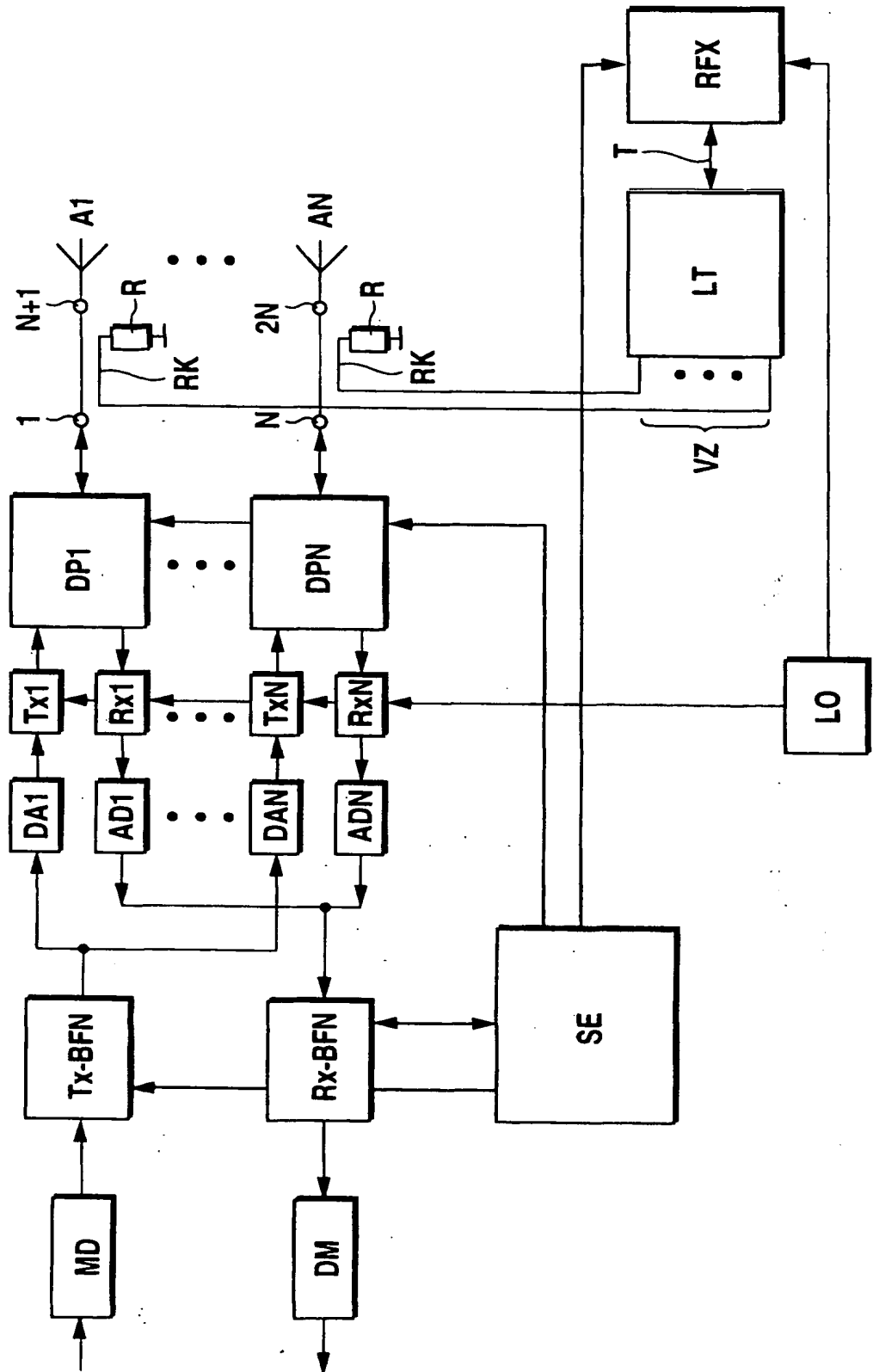


Fig. 2

